

Die Wirtschaftlichkeit spielt beim Einsatz der Traktoren eine bedeutende Rolle. Wird bedacht, daß die Kraftstoff- und Instandsetzungskosten im Nutzungsdauerzeitraum eines Traktors das Mehrfache seines Anschaffungswertes ausmachen, ist es wichtig, alle Möglichkeiten zu kennen, um Kraftstoff zu sparen und die Traktorbaugruppen richtig zu nutzen.

Auf die Möglichkeiten der Kraftstoffeinsparung bei Traktoren im Einsatz ist auch an dieser Stelle bereits hingewiesen worden [1/ 2/]. Wesentlichen Einfluß auf einen hohen Wirkungsgrad beim Umsetzen der chemischen Energie des Kraftstoffs in mechanische Energie bei Feld- und Transportarbeiten haben die Gang- und Motordrehzahlwahl.

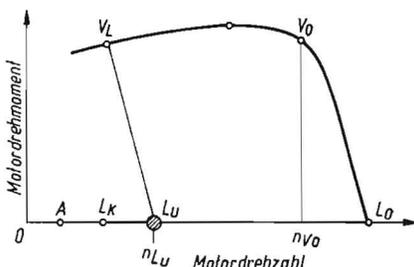
Eine weitere beachtenswerte Möglichkeit zur Verbrauchs- und Verschleißsenkung an Traktormotoren liegt im entscheidenden Verringern des vielfach verbreiteten langen Motoreerlebens beispielsweise in Arbeitspausen, bei Wartezeiten oder Be- und Entladungen u. a., sowie beim Warmlaufenlassen der Motoren. Den Auswirkungen des langen Leerlaufes von Traktor- und anderen Fahrzeugmotoren wird vielfach nicht die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt, so daß hierauf einmal eingegangen werden soll.

1. Kraftstoffverbrauch beim Leerlauf und beim Warmlaufen

1.1. Leerlaufbereich

Zum Einschätzen oder Ermitteln des Leerlaufverbrauchs der verschiedenen Traktorentypen sollte bekannt sein, an welcher Stelle des Motorkennfeldes (Bild 1) ein Motor bei Leerlauf betrieben wird. Geht man vom Anlaßvorgang aus, so läuft der Motor im Punkt A an. Ist der Motor angesprungen, so dreht er selbst weiter auf die kleinste Leerlaufdrehzahl (Punkt L_K), ohne ein Drehmoment abgeben zu können. Durch den Regler wird die Einspritzpumpe auf Mehrförderung gebracht, bis die untere Leerlaufdrehzahl n_{Lu} im Punkt L_u erreicht ist. Hier beginnt der untere Regelbereich eines Motors, der sowohl durch Zweistufenregler als auch durch Verstellregler geregelt sein kann. Der Punkt L_u ist also der Punkt im Motorenkennfeld, bei dem Traktormotoren beim Leerlauf oder Warmlaufen betrieben werden, abgesehen von der Möglichkeit, daß bei einigen Motoren die Regler durch Handhebel vorspannbar sind. Der Motor kann in diesem Punkt keine Leistung abgeben, sondern nur seine inneren Verluste abdecken. Daraus resultiert auch der auftretende Kraftstoffverbrauch. Wie Tafel 1 zeigt, ist die Leerlaufdrehzahl bei den einzelnen Traktoren, auch prozentual zur Vollastdrehzahl n_{Vo} gesehen, unterschiedlich.

Bild 1. Leerlaufbereich, dargestellt im $Md-n$ -Diagramm



1.2. Kraftstoffverbrauch und Verbrauchskosten des Leerlaufes

Es wurde bereits angegeben, daß der Kraftstoffverbrauch beim Leerlauf zum Überwinden der inneren Verluste des Motors und zum Antrieb der Hilfsaggregate benötigt wird. Bei diesen Betriebszuständen „geringer Leistung“, d. h. niedrigen Motortemperaturen, muß an allen Reibstellen eine unnötig hohe Viskosität überwunden werden, was höhere Reibungsverluste zur Folge hat [3/]. Der beim Leerlauf auftretende Kraftstoffverbrauch ist hiervon in starkem Maße abhängig und weiterhin beeinflusst von der eingestellten Leerlaufdrehzahl, vom Verbrennungsverfahren und von der Funktionstüchtigkeit der Baugruppen, wie z. B. Thermostaten, abschaltbare Lüfter usw.

Aus Testberichten [4/ 5/] wurden in Tafel 1 für eine Anzahl der bei uns in der DDR verwendeten Traktoren und zum Vergleich für einige ausländische Traktoren die Leerlaufverbräuche zusammengestellt. Weiterhin wurden die Verbrauchskosten für jeweils eine Stunde Leerlauf dargestellt, wobei der Preis für 1 l DK mit 0,55 M und 1 kg Motoröl mit 3,70 M angesetzt und mit einem Ölverbrauch von 1 Prozent des Kraftstoffverbrauches gerechnet wurde. Bei genauerer Rechnung wäre noch zu berücksichtigen, daß der Leerlauf Bestandteil der Laufzeit zwischen zwei Ölwechseln ist.

Eine besondere Form des Leerlaufes, der gewöhnlich als Leerlauf zwischen zwei Arbeitsintervallen aufgefaßt wird, ist das Warmlaufenlassen der Motoren. Hierbei erfolgt der Anlauf des Motors mit niedrigster Temperatur, so daß aufgrund sehr hoher Ölviskosität noch höhere Kraftstoffverbräuche bei den einzelnen Traktoren auftreten, als sie Tafel 1 ausweist. Was außer der zusätzlich verfügbaren Zeit für Nutzarbeit an Kraftstoff einzusparen ist, wenn Traktoren nicht warmlaufen sondern warmgefahren werden, zeigt schematisch Bild 2. Zu bemerken wäre noch, daß beim Leerlauf und auch beim Warmlaufen die Betriebstemperatur eines Motors kaum zu erreichen ist.

2. Verschleiß beim Leerlauf

2.1. Unterkühlungsfolgen

Tafel 1 zeigt, daß die meisten Motoren beim Leerlauf unterkühlt laufen. Zunächst bedingt die Unterkühlung, abhängig von der Schmiermittelviskosität, größere Reibungsverluste im Motor.

Von wesentlicher Bedeutung ist aber die stark korrosionsfördernde Wirkung bei niedrigen Motortemperaturen. Bei jeder Kraftstoffverbrennung entstehen größere Mengen Was-

Tafel 1. Betriebskenn Daten verschiedener Traktormotoren bei unterer Leerlaufdrehzahl

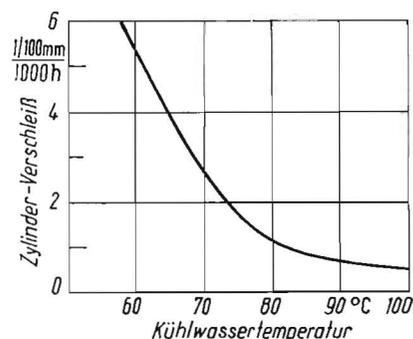
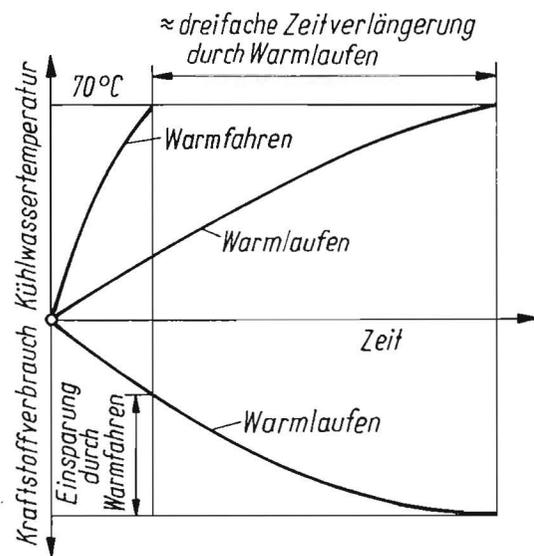
| Traktortyp | Zyl.-zahl | Brems- oder Nennleistung PS | Kühlwasser-temperatur °C | untere Leerlaufdrehzahl absol. | | Kraftstoffverbrauch bei Leerlauf ($e_{Kr} = 0,85$) | | Kosten | |
|-------------------|-----------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------|--|------|---------------|------|
| | | | | U/min | % n_{Vo} | kg/h | l/h | % v. B_{Vo} | M/h |
| 1 GT 124 | 4 | 27,7 | — | 997 | 30,4 | 0,61 | 0,72 | 9,3 | 0,42 |
| 2 RT 315 | 2 | 36 | 70 | 440 | 36,8 | 0,46 | 0,54 | 6,3 | 0,32 |
| 3 RT 325 | 2 | 40,3 | 70 | 500 | 36,2 | 1,0 | 1,18 | 12,3 | 0,69 |
| 4 U 650/51 | 4 | 65 | 71 | 500 | 27,8 | 0,83 | 0,98 | 8,0 | 0,92 |
| 5 MTS-50/52 | 4 | 55 | 75 | 500 | 29,4 | 0,72 | 0,85 | 8,2 | 0,50 |
| 6 Zetor 50 S | 4 | 52,2 | — | 470 | 36,8 | 0,67 | 0,79 | 6,25 | 0,46 |
| 7 D4K-A | 4 | 69,5 | 70 | 500 | 34,2 | 1,16 | 1,37 | 7,2 | 0,73 |
| 8 D4K-B | 6 | 90,64 | 70 | 516 | 35 | 1,425 | 1,68 | 7,7 | 0,97 |
| 9 ZT 300 | 4 | 95,8 | 83 ¹ | 596 | 32,4 | 0,964 | 1,13 | 5,7 | 0,66 |
| 10 K-700 | 8 | 207,5 | 77 | 570 | 28,3 | 1,60 | 1,88 | 4,5 | 1,09 |
| 11 Farmer 2 Fendt | 3 | 36 | 70 | 725 | 35,8 | 0,41 | 0,49 | 4,0 | — |
| 12 Ford 3000 | 3 | 44 | 70 | 620 | 32,3 | 0,68 | 0,80 | 8,0 | — |
| 13 Unimog 406 | 6 | 65 | 80 | 673 | 37,8 | 0,94 | 1,10 | 7,1 | — |
| 14 J. Deere 3030 | 6 | 75 | 75 | 752 | 32,2 | 1,02 | 1,20 | 6,3 | — |

¹ Wärmeaustauscher, abschaltbarer Lüfter

serdampf. Solange die Wandtemperaturen der Zylinder- und Verbrennungsräume sowie die des Kurbelgehäuses über dem Taupunkt liegen, bleibt der Dampfzustand erhalten, der mit den Auspuffgasen und über die Kurbelgehäuseentlüftung unter Mitnahme von Verbrennungsrückständen entweicht. Dagegen schlägt er sich zusammen mit dem Schwitzwasser aus kalter Luft und dem sich vom Schmieröl bei der Dehydrierung abspaltenden Wasser nieder, wenn der Taupunkt erreicht und unterschritten wird. Das Niederschlagswasser verbindet sich mit den aus der Verbrennung stammenden, zur Säurebildung neigenden Anteilen (CO_2 , SO_2 , SO_3) zu starken Säuren (H_2CO_3 , H_2SO_3 , H_2SO_4), die die Hauptursache der Korrosion im Motorinnern darstellen.

Wird ein Motor ständig unter dem Taupunkt, also etwa bei einer Kühlwassertemperatur < 60 bis 75°C betrieben, kann die Korrosion bis zu 80 Prozent der Gesamtabnutzung der Zylinder-Kolbengruppe betragen. Demgegenüber erreicht die korrosive Abnutzung bei richtig ausgelasteten Motoren, die also mit mindestens 80°C Kühlwassertemperaturen gefahren werden, kaum 20 Prozent der Gesamtabnutzung [6/ /8/ /9/]. So ist der Verschleiß bei 60°C über fünfmal so groß wie bei 80°C und bei 70°C noch mehr als doppelt so groß wie bei 80 bis 85°C Kühlwassertemperatur. Bei zunehmender Kühlwassertemperatur nimmt der Verschleiß ab und bleibt über 85°C nahezu konstant.

Welchen Einfluß das Einhalten dieser Betriebstemperatur auf den Verschleiß hat, ist beispielsweise in der Betriebsanleitung des Traktors K-700 angeführt, die auch die genannten Verschleißursachen und -auswirkungen nennt und aus diesem Grund nicht gestattet, daß der Motor länger als 10 bis 15 min im Leerlauf betrieben wird.



▲ Bild 2 Kraftstoffverbrauch und Zeitaufwand beim Warmlaufen und Wärmefahren eines Motors

Bild 3 Zylinderverschleiß in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur

2.2. Verschleiß an den Steuerungsteilen

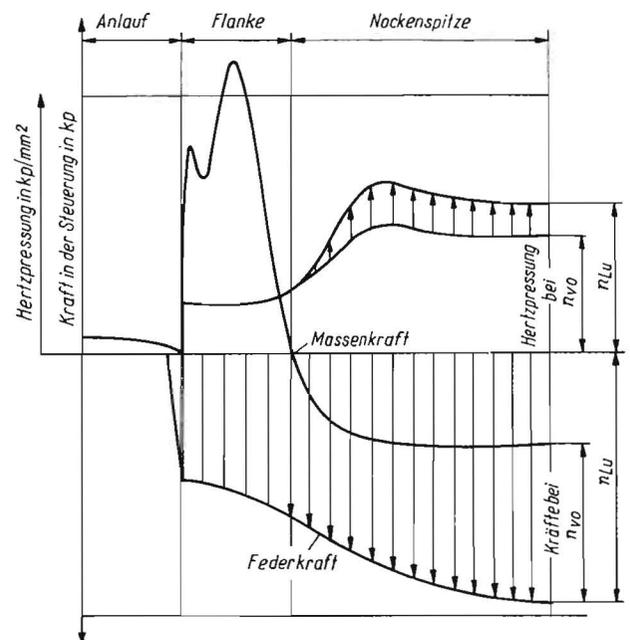
Beim Leerlauf ist auch mit einem erhöhten Verschleiß an den Übertragungsteilen der Steuerung zu rechnen. Bekannt ist, daß die Ventile der Traktormotoren durch Nocken geöffnet und durch Federkraft geschlossen werden. Dabei sind zwischen den Nocken und den Ventilen bei Viertaktmotoren meistens Übertragungsteile, wie Stößel, Stößelstange usw., vorhanden. Die Bewegung dieser Teile durch den Nocken erfolgt nicht gleichförmig, so daß Beschleunigungen und Verzögerungen und somit Massenträgheitskräfte an der Steuerung auftreten. Die Massenträgheitskräfte sind dabei um so größer, je höher die Motordrehzahl ist. Zusätzlich sind die Übertragungsteile, so auch Stößel und Nocken, bei geöffneten Ventilen durch die Kräfte der Ventilsfedern belastet. Diese Federkräfte sind am größten bei voll geöffneten Ventilen (Bild 4). In dieser Stellung arbeitet die Nockenspitze mit dem Stößel zusammen. Die Rundung der Nockenspitze ist bei allen Steuernocken relativ klein, so daß nur eine kleine Berührungsfläche zwischen Nocken und Stößel an dieser Stelle vorhanden ist, was eine hohe Flächenpressung ergibt. Ähnlich sind die Verhältnisse an den Kontaktstellen Stößel—Stößelstange und Stößelstange—Kugelschraube des Kipphebels, da hier die Berührungsflächen ebenfalls nur sehr klein sind.

Bei hoher Motordrehzahl ist in Wirklichkeit die Flächenpressung an der Nockenspitze nicht kritisch, denn in diesem Fall sind auch die Massenträgheitskräfte groß und wirken dann, wenn die Nockenspitze mit dem Stößel zusammenarbeitet, gerade den Federkräften entgegen. Es wirkt also nur Differenzkraft an Nockenspitze und Stößel. Die Flächenpressung und auch der Verschleiß liegen damit in den vorgegebenen Parametern eines Motors.

Wie sieht es nun aber umgekehrt aus, wenn die Motordrehzahl dauernd sehr niedrig ist, wenn beispielsweise der Motor oft und lange mit der unteren Leerlaufdrehzahl n_{Lu} läuft? Dann sind natürlich die Massenträgheitskräfte auch sehr klein und die Nockenspitze wird dauernd durch die nahezu maximalen Federkräfte belastet.

Die Folge ist eine sehr hohe Flächenpressung zwischen Nockenspitze und Stößel. Diese Verhältnisse sind im Bild 4

Bild 4. Kräfte und Flächenpressungen (Hertzpressungen) zwischen Ventilstößel und Nocken bei Vollaufdrehzahl n_{Vo} und unterer Leerlaufdrehzahl n_{Lu}



schematisch dargestellt. Wird berücksichtigt, daß sich bei niedriger Motordrehzahl auch die Schmierung verringert, besteht die Möglichkeit, daß die Flüssigkeitsreibung zwischen Nocken und Stößel in eine Misch- oder Trockenreibung übergeht, so daß eine verschleißfördernde Wirkung eintritt.

Die Flächenpressung und damit der Verschleiß werden dabei um so höher sein, je höher die Differenz zwischen der Vollastnendrehzahl n_{vo} und unterer Leerlaufdrehzahl n_{Lu} ist, zumal die modernen höher drehenden Traktormotoren stärkere Ventilfedern haben.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch Leerlauf oder Warmlaufenlassen der Traktormotoren Kraftstoff in Höhe von etwa 6 bis 12 Prozent des Neunverbrauchs sowie Ölverbrauch auftritt, wobei hiermit keine Nutzarbeit gewonnen wird. Im Gegenteil, dieser Verbrauch wird „genutzt“, um Motoren bei Betriebszuständen zu betreiben, bei denen ein unzulässig hoher Verschleiß an wichtigen Baugruppen

auftritt. Es ist also unbedingt zu empfehlen, unnötigen Leerlauf der Traktormotoren zu vermeiden.

Literatur

- 1/ DOMSCH, M.: Kraftstoffersparung durch überlegte Fahrweise. Deutsche Agrartechnik 13 (1963) H. 1, S. 12 und 13
- 2/ SCHULZ, H.: Zur wirtschaftlichen Nutzung der Traktormotoren. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) H. 4, S. 153 bis 158
- 3/ JANTE, A.: Über Entwicklungsrichtungen des Fahrzeugdieselmotors. Kraftfahrzeugtechnik (1971) H. 1, S. 8
- 4/ Prüfberichte Nr. 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 21 der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim
- 5/ Berichte über die Technische Prüfung Nr. 210, 212, 214 und 221 des Schlepper-Prüffeldes Darmstadt
- 6/ BODLER, S., u. a.: Die Nutzung von Panzern und Kraftfahrzeugen in der Nationalen Volksarmee. Berlin: Deutscher Militärverlag 1968
- 7/ ENGLISCH, K.: Verschleiß, Betriebszahlen und Wirtschaftlichkeit von Verbrennungskraftmaschinen. Wien: Springer-Verlag 1952
- 8/ EICHLER, C.: Grundlagen der Instandsetzung am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel. Berlin: VEB Verlag Technik 1969
- 9/ SERMAN, A. D.: Analyse der Formen von Verschleißfiguren an Zylindern. Automobil'naja promyslennost 35 (1969) H. 7. S. 10 und 11 A 8312

Ing. E. V. PETROW*
Ing. JU. A. CHWATALIN*

Einfluß einiger organisatorischer und technischer Maßnahmen auf den Einsatz des Maschinen- und Traktorenparcs¹

Seit 1964 werden in einer der Abteilungen des Leninkolchos im Nowokubaner Rayon des Krasnodarer Krai schnellfahrende Maschinen-Traktoren-Aggregate untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, daß bei dem gegenwärtigen Stand der Arbeitsorganisation die maximal mögliche Produktivität der Aggregate nicht erreicht werden kann. Daher wurden ab 1967 in der gleichen Abteilung eine Reihe von organisatorischen und technischen Maßnahmen durchgeführt, die die Ausnützung der schnellfahrenden Maschinen verbessern.

Eine dieser Maßnahmen ist die Vervollkommnung der Organisation der Maschineninstandhaltung durch Spezialisierung. Der größte Teil der Instandhaltungsarbeiten ist einer aus zwei Instandhaltungsmeistern bestehenden Arbeitsgruppe übergeben worden. Sie führen die in bestimmten Zeitabständen vorgeschriebenen Pflegemaßnahmen durch, füllen die Maschinen mit Kraftstoff und Schmiermitteln, nehmen an der vorbeugenden Instandsetzung der Traktoren teil, führen einen Teil der Schadenreparaturen durch, für die Spezialkenntnisse und eine besondere Qualifizierung erforderlich sind, und kontrollieren die allmonatlichen technischen Pflegemaßnahmen.

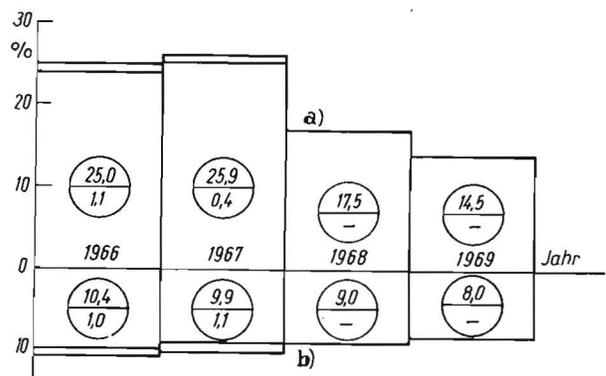
Die mit dem Abstellen, Instandsetzen, Regeln und Zusammenstellen von Traktoren und Landmaschinen zu Aggregaten verbundenen Arbeiten übernimmt der „Maschinenhof“, ihre Planung und Organisation obliegt dem Verwalter des Maschinenhofes, der gleichzeitig dem Abteilungsleiter hilft, dem außerdem zwei Schlosser zugeweiht sind.

Ferner wurde eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung des Planens, Leitens und Organisierens der Arbeiten des Maschinen- und Traktorenparcs festgelegt. Die wichtigsten von ihnen sind das Errichten eines Dispatcherpunktes und das Aufstellen von Funkgeräten unmittelbar auf den im Einsatz befindlichen Aggregaten. Durch Organisation des Gruppenarbeitsverfahrens und Ausrüsten jeweils eines Traktors jeder

Gruppe mit einem Funkgerät wurde es möglich, Traktoren und Landmaschinen unmittelbar auf dem Felde instand zu setzen. Mit der Instandsetzung auf dem Felde befassen sich ein Mechaniker und ein als Elektro- und Autogenschweißer ausgebildeter Schlosser sowie bei Bedarf auch die Arbeiter des Maschinenhofes. Die Feldinstandsetzungsgruppe besitzt eine mobile Werkstatt „GOSNITI-2“, die ebenfalls mit einem Funkgerät ausgerüstet ist. Empfang, Verwertung und Weitergabe der Informationen erfolgen durch den Abteilungsdispatcher.

Die Auswertung in den Jahren 1966 bis 1969 vorgenommener Zeitmessungen ergab, daß durch das Einführen und Vervollkommen des genannten Maßnahmenkomplexes der Erfolg des Einsatzes der schnellfahrenden Maschinen wesentlich größer wurde. So stieg z. B. bei der Zuckerrübenerte durch die an den Traktor MTS-80 angehängte Vollerntemaschine SKD-3 der Schichtzeitnutzungsfaktor τ von 0,281 auf 0,410 und die Schichtleistung w_s von 2,9 auf 5,8 ha; bei der Silomaisenernte (Mähhäcksler KS-2,6 mit Traktor

Bild 1. Änderung des Gesamtzeitaufwands für die Instandsetzung (über dem Bruchstrich) und die regelmäßigen Pflegemaßnahmen (unter dem Bruchstrich) in Prozenten des maximal möglichen jährlichen Arbeitszeitfonds der Traktoren der 1,4- und 3-Mp-Klasse



* Armwärrer Versuchsstation des Unionsforschungsinstituts für Mechanisierung der Landwirtschaft

¹ Aus „Mechanizacija i elektrifikacija socialisticeskogo sel'skogo chozajstva“, Moskau (1970) H. 7 (Auszugsweise übersetzt: Dr.-Ing. W. BALKIN)